



(19)

(11) Publication number: 01279761 A

Generated Document

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 63109195

(51) Intl. Cl.: C23C 16/50 H01L 21/205 H01L 21/31

(22) Application date: 06.05.88

(30) Priority:

(43) Date of application  
publication: 10.11.89(84) Designated  
contracting states:

(71) Applicant: FUJITSU LTD

(72) Inventor: KAMACHI HIDEKI  
ARAKI MAKOTO

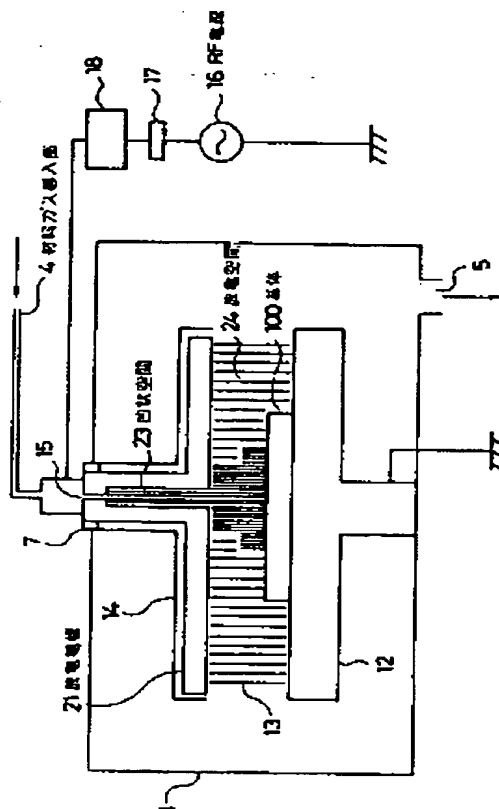
(74) Representative:

(54) THIN FILM-FORMING  
EQUIPMENT

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To efficiently carry out high-speed film formation at low pressure by introducing a gaseous material via a recessed space provided to an electric discharge electrode and then impressing high-frequency electric power to form the gaseous material into plasmic state and decompose and activate this gaseous material.

**CONSTITUTION:** In a vacuum vessel 1, an electric discharge electrode 21 is disposed in a manner to be opposed to a base material 100 placed on a ground electrode 12 with an electric discharge space 24 between. A gaseous material such as  $\text{Si}_2\text{H}_6$  is introduced from a gaseous material-introducing part 4 to the above electric discharge space 24 through a gas-blowoff hole 15 provided to the electric discharge electrode 21. Subsequently, high-frequency electric power is impressed on the electric discharge electrode 21 from an RF electric power source 16, by which the gaseous material is formed into plasmic state 13 and decomposed and activated in the electric discharge space 24 and a thin film of a-Si:H, etc., is formed on the base material 100. In the above thin film-forming equipment, a recessed space 23 for high-frequency hollow cathode electric discharge composed of three planes including a couple of planes facing each other is provided to the electric discharge space 23. By this method, plasma density in the vicinity of the gas-blowoff hole 15 is improved, and a thin good-quality film can be formed at high speed



with high gas use efficiency under a  
low pressure free from the  
formation of powder of  $\text{SiH}_4$ , etc.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-279761

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)11月10日

C 23 C 16/50  
H 01 L 21/205  
21/31

8722-4K

7739-5F

C-6824-5F 審査請求 未請求 請求項の数 1 (全10頁)

⑮ 発明の名称 薄膜形成装置

⑯ 特 願 昭63-109195

⑰ 出 願 昭63(1988)5月6日

⑱ 発 明 者 釜 地 英 樹 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内

⑲ 発 明 者 荒 木 信 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内

⑳ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

\r\n㉑ 代 理 人 弁理士 柏谷 昭司 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

薄膜形成装置

2. 特許請求の範囲

基体がセットされる放電空間(24)に対向する放電電極(21)と、

前記放電空間(24)に材料ガスを導入する材料ガス導入部(4)と、

前記放電空間(24)内の材料ガスをプラズマ状として分解、活性化させるための高周波電力を前記放電電極(21)に供給する高周波電源

(16)と、

前記基体の温度を制御する手段とを備えた薄膜形成装置において、

前記放電電極(21)に、1対の対向面(22a、22b)を含む3つの面で形成される高周波ホローカソード放電用空間(23)を設け、該空間(23)を通して前記材料ガス導入部(4)から前記放電空間(24)内に材料ガスを導入するようにしたことを特徴とする薄膜形成装置。

3. 発明の詳細な説明

(概 要)

基体表面にa-Si:H(水素化アモルファスシリコン)等の薄膜を形成するための薄膜形成装置に関し、

Si<sub>3</sub>H<sub>4</sub>粉体の発生しない低い圧力においても高速成膜が可能で、しかも材料ガス利用効率を向上させ得るようにすることを目的とし、

基体がセットされる放電空間に対向する放電電極と、前記放電空間に材料ガスを導入する材料ガス導入部と、前記放電空間内の材料ガスをプラズマ状として分解、活性化させるための高周波電力を前記放電電極に供給する高周波電源と、前記基体の温度を制御する手段とを備えた薄膜形成装置において、前記放電電極に、1対の対向面を含む3つの面で形成される高周波ホローカソード用空間を設け、該空間を通して前記材料ガス導入部から前記放電空間内に材料ガスを導入するように構成する。

## (産業上の利用分野)

本発明は基体表面に $\alpha$ -Si:H等の薄膜を形成するための薄膜形成装置に関する。

## (従来の技術)

従来の薄膜形成方法には、熱化学気相成長(以下、熱CVDと略記する)法、光CVD法、プラズマCVD法等がある。これらの方法の詳細は次の通りである。

## 熱CVD法:

熱CVD法は、材料ガスを高温で加熱分解し、分解生成物により基板上に薄膜を形成する方法である。この熱CVD法では、材料ガスを高温にするために、一般に基板を高温にし、基板表面でガスを分解する。

## 光CVD法:

光CVD法は、材料ガスに光を吸収させ、材料ガスのエネルギー状態を励起、分解させることによって基板上に薄膜を形成する方法である。この方法において、材料ガスを光吸収によって効率よく分解させるためには、真空紫外域に波長を持つ光

を用いる必要がある。

## プラズマCVD法:

プラズマCVD法は、現在最も多く用いられている方法で、電磁波によって材料ガス又は他のガスをプラズマ化し、プラズマ中の電子と材料ガスの衝突により材料ガスを分解して生成された活性種を利用して基板上に薄膜を形成するものである。このプラズマを発生させる手段として、直流(以下、DCと略記)放電、ラジオ波(以下RFと略記)放電、マイクロ波(以下、 $\mu$ 波と略記)放電が用いられてきた。DC放電にはグロー放電とホローカソード放電がある。ホローカソード放電による成膜を行うための装置は第8図に示す通りで、図中、1はホロー陰極2、2及び陽極3を収納する真空容器、4は材料ガス導入部、5は排気口、6はDC電源、7は絶縁体、8及び9は放電時に生じる陽光柱及び負グローである。なお、この装置の作用については本発明の説明と関連して後述する。RF放電は、放電開始電圧が低く大面積で安定なプラズマが比較的容易に得られるこ

とから、プラズマCVD法の中で工業的に最も多く利用されている。このRF放電による成膜を行うための装置は第9図に示す通りで、図中、11及び12は真空容器1内に対向して設けられた放電電極及び接地電極、14はシールド板、15はガス吹出口、16はRF電源、17は負の直流バイアス印加手段(ブロッキングコンデンサ又は直流電源)、18はマッチングボックスである。なお、第8図と同様の部材には第8図と同様の符号を付している。成膜に際しては、材料ガス導入部4からガス吹出口15を通し材料ガスを電極11、12の間の放電空間内に供給するとともに、RF電源16により放電電極11にRF電力を印加し、これにより発生したプラズマ13中の電子との衝突によって材料ガスを分解、活性化させて、接地電極12上にセットされて図示しないヒータにより加熱される基体100上に薄膜を形成する。最後に、 $\mu$ 波放電は、高い磁場を用いることによって、 $10^{-4}$ torrの低い圧力においても放電を安定維持できる長所を持っている。従って、 $\mu$ 波放

電を利用した薄膜形成、特に磁場による電子サイクロトロン共鳴(以下、ECRと略記) $\mu$ 波プラズマCVD法では、薄膜の堆積速度が速く、材料ガスの利用効率が向上するとともに低い圧力で薄膜を形成できるためのSi<sub>2</sub>H<sub>6</sub>粉体の発生がない。

## (発明が解決しようとする課題)

しかし、これらの従来の方法はそれぞれ次の問題を有していた。

## 熱CVD法:

基板を高温にするために、基板の材料は高温にしても融解したり変形したりしないものに限定されてしまう。また、基板の温度を非常に高くすると、化合物薄膜を形成している元素によっては、該元素が分解し薄膜中から解離して雰囲気中に放出されてしまい、目的とする薄膜が得られなくなる。

## 光CVD法:

真空紫外域に波長を持つ光源を使用するが、この光源には、連続光を出せる低圧水銀ランプや電

水素ランプと、パルス光を出すArFエキシマレーザとがある。ところが、連続光を出す光源は、発光強度が弱く、材料ガスの光吸収が少なくなる結果、薄膜形成速度が非常に遅くなる。一方、ArFエキシマレーザは、パルス光でしか発振できず、その繰り返し周波数も1kHz以下に限定されるため、材料ガスの励起分解によってできた活性種の寿命より発光から次の発光までの時間が長くなり、形成された薄膜の特性が悪くなってしまう。また、光CVD法は、光を材料ガスの入った容器内に入射する際に薄膜が形成され易く、長時間薄膜を形成する場合、窓に形成された薄膜によって光入射が阻止されてしまい、基板上に薄膜が形成されなくなる。

#### プラズマCVD法

DC放電は、DCグロー放電とDCホローカソード放電のどちらの場合でも放電開始電圧が高いばかりでなく、アモルファス半導体や絶縁物の薄膜が電極上に堆積すると、放電が著しく不安定となり、場合によっては放電不能となる。RF放電

は、プラズマ密度が $10^{10} \sim 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ と小さいため、薄膜を堆積する速度が遅く、材料ガスの利用効率が悪い原因となっている。また、RF放電を利用したRFプラズマCVD法では、アモルファス半導体薄膜を通常0.1～10 torrの圧力範囲で形成する。この圧力範囲のうち、装置や薄膜形成条件により多少異なるが約0.3～10 torrの圧力では、プラズマ中で分解生成した活性種が他の活性種や材料ガスと衝突して高分子化したり多分子粒を作ったりし、放電電極や真空容器内壁にSi<sub>3</sub>H<sub>8</sub>粉体が付着する。このSi<sub>3</sub>H<sub>8</sub>粉体は、薄膜形成1回ごとに真空容器内から除去しなければならず、このクリーニングを行っても薄膜形成中にSi<sub>3</sub>H<sub>8</sub>粉体が発生してこれが成長表面に付着し、堆積した薄膜に欠陥が生じる。また、薄膜を形成した真空容器から他の真空容器に基板を真空が維持された状態で移せるようにした装置においては、この真空容器を仕切るバルブにSi<sub>3</sub>H<sub>8</sub>粉体が付着し、バルブ開閉に支障をきたす原因となる。一方、Si<sub>3</sub>H<sub>8</sub>粉体の発生しない約0.3 torr以下

の圧力では、電子と材料の衝突確率が非常に小さくなるため、薄膜の堆積速度、材料ガスの利用効率が著しく低下する。最後に、μ波放電は、前述のような利点を有する反面、μ波は次のような特徴を持っているため、プラズマ密度の高い放電が局所的に発生し易い。すなわち、μ波は、電源から真空容器まで電力を効率よく伝えるためには、周波数により定まった断面の導波管を用いる必要があるとともに、指向性が優れている。そのため、プラズマは、導波管の断面にほぼ等しい空間で高密度となる。また、ECR μ波プラズマにすることによりキャビティの断面にまでプラズマを広げることができるが、キャビティの大きさも周波数により制限されており、任意の面積に均一に薄膜を形成するのが困難である。また、この外に、μ波放電を用いて得られたアモルファス半導体薄膜の特性は、RF放電を用いて得られた薄膜の特性と比較して非常に悪い。

本発明はSi<sub>3</sub>H<sub>8</sub>粉体の発生しない低い圧力においても高速成膜が可能でしかも材料ガスの利用

効率を向上させることのできる薄膜形成装置を提供することを目的とするものである。

#### (課題を解決するための手段)

上述の目的を達成するため、本発明では、基板がセットされる放電空間に対向する放電電極と、前記放電空間に材料ガスを導入する材料ガス導入部と、前記放電空間内の材料ガスをプラズマ状として分解、活性化させるための高周波電力を前記放電電極に供給する高周波電源と、前記基板の温度を制御する手段とを備えた薄膜形成装置において、前記放電電極に、1対の対向面を含む3つの面で形成される高周波ホローカソード放電用空間を設け、該空間を通して前記材料ガス導入部から前記放電空間内に材料ガスを導入するように構成する。

#### (作 用)

成膜に際しては、温度制御手段により基板を所定温度に加熱し、材料ガス導入部から放電電極に設けられた空間を通し放電空間に材料ガスを導入するとともに、高周波電源から放電電極に高周波

電力を印加して基体表面への成膜を行う。

この場合、空間内では高周波ホローカソード放電が起ってこの部分では他の空間より発光強度の強い安定した高密度のプラズマが発生する。これにより、電子と材料ガスの衝突効率は高まり、分解生成された活性種は放電空間に送られて基体上に堆積する。また、高周波ホローカソード放電用空間形成部以外の放電電極の放電面による放電空間内のプラズマも従来と同様に形成される。従って、S i、H<sub>2</sub>粉体の発生しない低圧下においても高速成膜が実現され、材料ガスの利用効率が向上する。

#### (実施例)

以下、第1図乃至第9図に関連して本発明の実施例を説明する。

第1図及び第2図に第1の実施例を示す。

第1図は基本的な薄膜形成装置の構造概要説明図で、図中、21は放電電極である。なお、従来と同様の部材には従来と同様の符号を付している。

放電電極21のガス流入部には、第2図(a)に示

すように、対向面22a、22bと該両面に接続する面22cとに囲まれた凹状空間23が設けられ、材料ガス導入部4から導入される材料ガスは、面22cに連絡するガス吹出口15を通り空間23内に導かれて両電極の間の放電空間24に導かれるようになっている。

成膜に際しては、真空容器1内を排気口5に取り付けた図示しないロータリーポンプ、メカニカルブースタポンプを用いて圧力 $10^{-3}$  torr以下に真空排気する。次に基体100を接地電極12内に設けられた図示しないヒータ(温度制御手段)により所定温度に加熱し、材料ガス導入部4から材料ガスを導入して真空容器1内の圧力を所定値に設定する。この状態でRF電源16から放電電極21にRF電力を印加すると、該放電電極21に設けた空間23に他の空間より発光強度の強い安定した高密度のプラズマが発生する。このとき、放電電極21の電位は、第7図に示すように、高周波電圧に負の直流バイアスを重ねた電位である。この負の直流バイアスは、ブロッキングコン

デンサ又は直流電源等の直流バイアス印加手段17によって実現している。放電電極21が負電位となっているとき、該放電電極21に設けた空間23の電位分布は、第8図に示した従来の直流ホローカソード放電におけるホロー陰極21、22に挟まれた空間の電位分布(第7図(a))とほぼ同じになる。この電位分布を持つ状態で、かつ放電電極21に設けた放電面である対向面22a、22b間の距離が適当に小さい場合、対向面22a、22bに挟まれた空間23にプラズマ密度すなわち電子密度が非常に大きいRFホローカソード放電が生じる。同時に、放電電極21の凹部23形成部以外の部分と接地電極12の間には、通常にRFプラズマ13が発生している。

このように、本装置を用いた薄膜形成方法では、RFホローカソード放電を材料ガス吹出口付近に発生させることにより、電子と材料ガスの衝突確率を高め、分解生成した活性種を基体100に吹き付けて薄膜を堆積すると同時に、残っている材料ガスをRFプラズマ13によって分解生成した

活性種からも薄膜を堆積することができる。この場合のガス吹出口付近(空間23の部分)でのプラズマ密度は従来のRFプラズマCVD法の場合の10倍以上になり、かつ通常のRFプラズマも同時に利用できるため、材料ガスの利用効率が向上し、粉体の発生しない低い圧力においても速い堆積速度で成膜することが可能になる。

なお、上述の説明では放電電極に凹状空間23を形成する例に付いて述べたが、凹状空間の代りに第2図(b)に示すような複数の円筒状の凸状空間25を設けてもよい。第2図(c)及び第2図(d)には、円板状放電電極21'に、凹状の空間26及び凸状の空間27をそれぞれ設けた例を示している。空間27は導体メッシュ28内に形成される。

また、成膜後に基体100を取出す際には、RF電源16及び基体加熱用ヒータの電源のスイッチを切って材料ガスを止め、真空容器1内の材料ガスを排気する。そして、基体100の温度が50℃以下に下ってから取り出しを行う。

第3図に第2の実施例を示す。

第3図は薄膜形成装置の構造概要説明図で、図中、31は放電電極、32は接地電極、32aは接地電極32に設けられたヒータ（温度制御手段）である。

放電電極31は、従来の平行平板型RFプラズマCVD装置の放電電極に、外径50mm、長さ25mmの円筒型ステンレス製メッシュ33を取り付けたもので、放電電極31の平板状放電面31aと接地電極32との距離は35mmで、放電面31aとガス吹出口15との距離は15mmである。また、材料ガス導入部4に接続する円形ガス導入管34にあけたガス吹出口15から吹き出すガスは、水平面に対し下向き35°の角度でメッシュ33内に吹き込むようになっている。接地電極32は直径100mmと小さなもので、小さい基体100に水素化アモルファスシリコン（以下、a-Si:Hと略記）薄膜等を形成するものである。35は放電空間である。

次に、この装置により基体100上にa-Si:H薄膜を形成する要領を説明する。操作手順の概

要は前例で説明したものと同様である。

成膜に際しては、基体100の温度を230℃に保ち、材料ガスとしてジシラン（ $\text{Si}_2\text{H}_6$ ）を2.0 sccm流し圧力を0.06 torrに調整してRF電力5.0 Wでa-Si:Hの堆積を行った。この結果、材料ガスの利用効率18%、堆積速度8.7 Å/sでa-Si:H膜が得られた。このようにして得られたa-Si:H膜の暗抵抗は $3.7 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ で、 $1 \text{ mW}/\text{cm}^2$ 白色光を照射して測定した明抵抗は $2.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ であった。また、成膜後の真空容器1内には粉体が全く付着しておらず、容器内壁のクリーニングは不要であった。

なお、メッシュがない場合に同一条件で成膜を行ったところ、堆積速度は1.3 Å/secと非常に遅く、材料ガスの利用効率も約3%と非常に悪かった。

第4図及び第5図に第3の実施例を示す。

第4図は薄膜形成装置の構造概要説明図で、図中、41は真空容器、42は放電電極、43は接地電極、46は放電空間である。本装置は前例と

比較して大面積に薄膜を形成できる大型のものである。

放電電極42は、放電面サイズが464 mm × 136 mmで、該放電電極42に設けられた凹状空間44のサイズは、長さ $l = 462 \text{ mm}$ 、幅 $w = 8 \text{ mm}$ 、深さ $d = 28 \text{ mm}$ で、この空間44に連絡するガス吹出口15は40 mm間隔であけてある。なお、このガス吹出口15の径は直径2 mmと小さくしており、この内でホローカソード放電が起きるのを防いでいる。また、各ガス吹出口15から吹き出す材料ガスの流量が一定となるように、材料ガス導入部4から流入した材料ガスを一度ガス溜め45で拡散させる構造がとられている。また、第4図では図示していないが、放電電極42には、接地電極43と放電電極42との間でのみ放電が起こるように、放電面以外の面から約2 mm離れた位置に接地したシールドが設けられている。放電電極42の放電面42aと接地電極43の間隔は23 mmである。45は接地電極43に設けられたヒータ（温度制御手段）である。

成膜に際しては、前記操作手順によりa-Si:H膜を、 $\text{Si}_2\text{H}_6$ 流量50 sccm、真空容器41内の圧力0.07 torr、RF電力100 W、基本100℃の温度270℃での成膜条件で堆積した。この場合の堆積速度は25.5 Å/sで、放電電極に空間44を設けない通常のRFプラズマCVD法により同一条件で成膜を行った場合の堆積速度13.8 Å/sと比較して速くなっている。また、本例により石英基体上に堆積したa-Si:Hを用いた測定結果では、暗抵抗が $6.9 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ で、白熱電球の光を $1 \text{ mW}/\text{cm}^2$ の強度で照射したときの明抵抗が $8.6 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ であった。比較のため形成した通常のRFプラズマCVD法によるa-Si:Hについて同様の測定を行ったところ、暗抵抗 $3.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 、明抵抗 $3.2 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ とほぼ同等の値であった。また、フーリエ変換赤外分光（FT-IR）光度計を用いてシリコンウエハ上に堆積したa-Si:H中の水素含有量、シリコン原子と水素原子の結合状態を調べた結果は第5図に示す通りである。第5図はFT-

IR分析によるSi-H<sub>n</sub>の伸縮振動による吸光度スペクトルを示し、この吸光度スペクトルから、水素含有量が8.7at%で、水素結合状態Si-HがSi-H<sub>n</sub> (n≧2)より大きいα-Si:Hが得られていることが分かる。この吸光度スペクトルから、本例のα-Si:Hは光導電性を著るしく劣化させるSi-H<sub>2</sub>や(-SiH<sub>2</sub>-)。をあまり多く含んでいないことが分かった。

本第3の実施例の装置を用いて、プラズマの安定性と放電電極42の電位との関係を、放電ガスとしてSi<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、モノシラン(SiH<sub>4</sub>)、アルゴン、ヘリウム、水素、及びこれらのガスを混合したガスについて調べたところ、次の結果が得られた。

まず、本実施例のプラズマは、放電ガスの種類によって、安定となる圧力、RF電力、ガス流量のそれぞれの範囲が異なり、放電ガスの種類ごとに安定条件を決める必要のあることが分かった。但し、放電を起す条件や放電ガスの種類を変えた場合、プラズマの安定性と放電電極42の電位には常に次のような関係が成り立っていることが明

らかとなった。第7図に放電電極42の電位の短かい時間範囲における時間変化を示す。本例の放電電極42に設けた空間44の中全体で明るいプラズマが安定に発生しているとき、放電電極42の電位は第7図(a)、(b)のように、比較的負のバイアス電圧が小さく、波形がRF電源の波形からあまり歪まない波形を示す。放電電極42の電位は、空間44の中にプラズマ発光強度の弱い部分が存在すると、第7図(c)のように負のバイアスが非常に大きくなり、プラズマが空間44の中で不安定になると負のバイアス電圧が変化し、波形に歪ができた。また、第7図に示したよりも長い時間範囲で凹部44の中におけるプラズマの暗部が周期的に広がったり狭くなったりするような不安定な放電条件では、放電電極42の電位は、プラズマ暗部の広さの変化に伴って、第7図(d)に示したような波形全体が周期的に上下することが観測された。なお、第7図(e)における波形の歪は、プラズマが不安定なときに出現する。ただし、プラズマが不安定でも放電条件によって、観測されたり

観測されなかったりする。以上述べたように、本実施例による薄膜形成方法では、プラズマ発生中の放電電極42の電位が第7図(a)、(b)と同様の時間変化を安定に示すようにすることが必要である。

第6図に第4の実施例を示す。

第6図は薄膜形成装置の構造概要説明図(第6図(a)は斜視図、第6図(b)は平面図)で、図中、51は真空容器、52は円筒状の放電電極である。

本実施例は円筒状アルミニウムの基体101の表面にα-Si:H薄膜を形成するためのもので、基体101は、同外径の固定具53、53により放電電極52と同心にセットされる。54は基体101を内側から加熱するように設けられたヒータ、55は固定具53を介し基体101を矢印方向に回転させるモータである。基体101は固定具53、53とともに接地電極としての役割を果たす。

放電電極52はガス溜め56を備えた2重円筒状のもので、該放電電極52には、円周を4等分する位置に、長さ468mm、幅10mm、深さ20

mmの4個の凹状空間57(図では便宜上2個のみを示している)が設けられている。放電電極52は、ガスため56を備えた2重円筒状のもので、該放電電極52には、円周を4等分する位置に、長さ400mm、幅10mm、深さ20mmの4小の凹状空間57(図では便宜上2個のみを示している)が設けられている。また、隣りあう凹状空間の間に位置する放電電極52の4つの円弧状の面は、基体101側に2mm離れたところに幅45mmの円弧状シールド板59、59(図には、便宜上2枚のみを示している)で覆い、一部放電しないようにしてある。このシールド板59、59は放電電極の放電面と基体101(固定治具53、53を含む)との面積比を調整するものである。これによって、放電電極52の電位波形が第7図(a)、(b)のような波形となるように、プラズマ発生により生ずる自己バイアスが負に制御される。ガス溜め56は、材料ガス導入部4から導入される材料ガスを放電電極52の長さ方向に拡散させるためのものである。



なお、第6図では図示を省略したが、放電電極52の外周部及び上下にはステンレス製シールド板が配置されている。

また、次のように形成される薄膜の堆積速度、暗抵抗、明抵抗等の物性を評価するために、基体101の一部を切り取ってここに石英基板を取り付けられるようにし、該石英基板上に堆積した薄膜を用いて評価を行った。

成膜に際しては、前記操作手順に従ってホウ素(B)ドーパ $\alpha$ -Si:H薄膜を形成した。この場合の薄膜形成条件は、材料ガスとしてヘリウム希釈のジボラン( $B_2H_6$ )を混入した $Si_3H_8$ 、200 sccm、RF電力300W、真空容器51内の圧力0.05 torr、基体101の温度250℃とした。この成膜中に、基体101の円周方向における薄膜の均一性が得られるように、基体101をモータ55により回転させた。

このようにして形成したBドーパ $\alpha$ -Si:H薄膜の堆積速度は29Å/sで、材料ガスの利用効果は19%であった。そして、この薄膜の物性を

第3の実施例と同様の方法で評価したところ、暗抵抗 $1.3 \times 10^{11} \Omega \cdot cm$ で、明抵抗は $2.3 \times 10^7 \Omega \cdot cm$ であり、電子写真感光体に適用可能な物性を持っていることが確認された。

また、放電電極52のDCバイアスを負に制御していることは、本発明のホローカソード放電を発生させるのに必要であるが、これと同時に、堆積した薄膜の剝離を防止する効果があった。さらに、本発明の薄膜形成装置では、プラズマが通常のRFプラズマと比較してより低い圧力においても容易に閉じ込めが可能であった。

以上各実施例の説明を行ったが、本発明の薄膜形成方法は、実施例に示した薄膜の形成のみならず、 $\alpha$ -SiC:Hや $\alpha$ -SiGe:H、 $\alpha$ -SiN:H等のアモルファスシリコン合金、多結晶シリコン、アモルファスカーボン( $\alpha$ -C:H)、さらに $Si_{1-x}N_x$ 、 $Si_{1-x}O_x$ 等の絶縁体薄膜、BN等のコーティング膜、 $W_2Si_3$ 等の薄膜形成にも応用が可能である。

#### (発明の効果)

以上述べたように、本発明によれば、従来のRFプラズマCVD法の電極構造を変えるだけの簡単な改造を施した装置により成膜を行うことによって、ガス吹出口近くのプラズマ密度を大幅に向上させることができ、かつ通常のRFプラズマも同時に利用できるため、粉体の発生しない低い圧力においてもより速い堆積速度で良質の薄膜を形成することができ、材料ガスの利用効果も向上する。

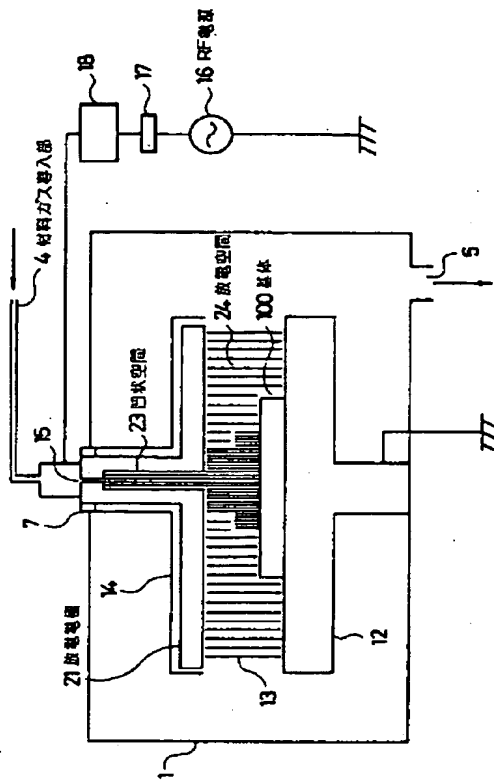
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例の薄膜形成装置の構造概要説明図、第2図(a)~(d)は同放電電極の各種構造説明図、第3図は本発明の第2の実施例の薄膜形成装置の構造概要説明図、第4図は本発明の第3の実施例の薄膜形成装置の構造概要説明図、第5図は同堆積薄膜の特性図、第6図(a)、(b)は本発明の第4の実施例の薄膜形成装置の構造概要説明図、第7図(a)、(b)、(c)は各実施例における放電電極の電位説明図、第8図(a)、(b)は従来のカ

ソード放電方式プラズマCVD装置の構造、作用、説明図、第9図は従来のRFプラズマCVD装置の構造概要説明図である。

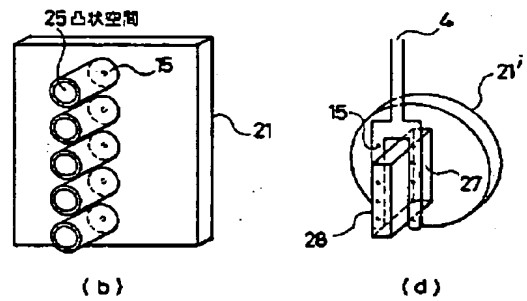
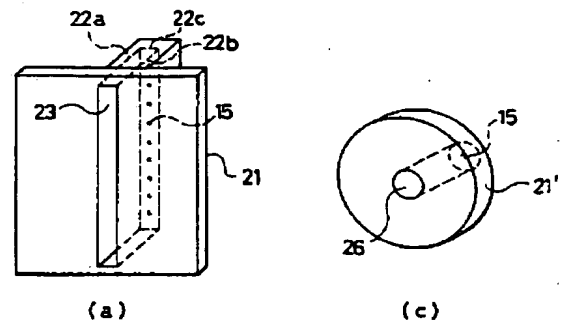
図中、4は材料ガス導入部、15はガス吹出口、16はRF電源、21、31、42、52は放電電極、22a、22bは対向面、23、26、27、44、57は空間、24、35、46、58は放電空間、32a、45、54はヒータ(温度制御手段)、100、101は基体である。

特許出願人 富士通株式会社  
代理人弁理士 柏谷昭司  
代理人弁理士 渡邊弘一



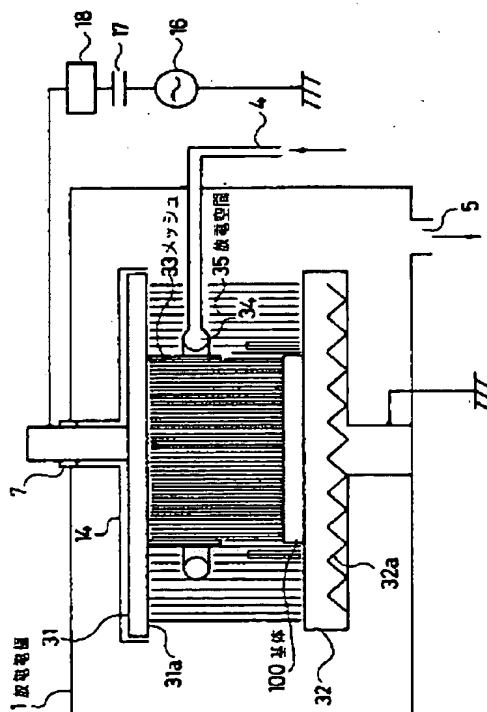
本発明の第1の実施例の薄膜形成装置の構造要部説明図

第1図



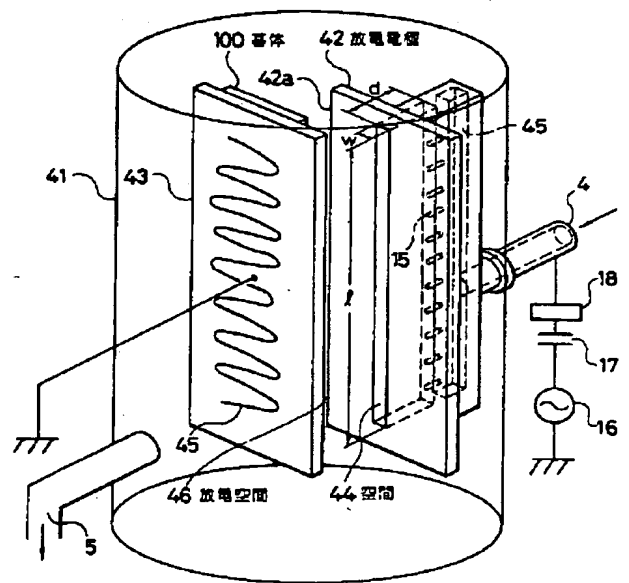
本発明の第1の実施例の放電電極の各種構造説明図

第2図



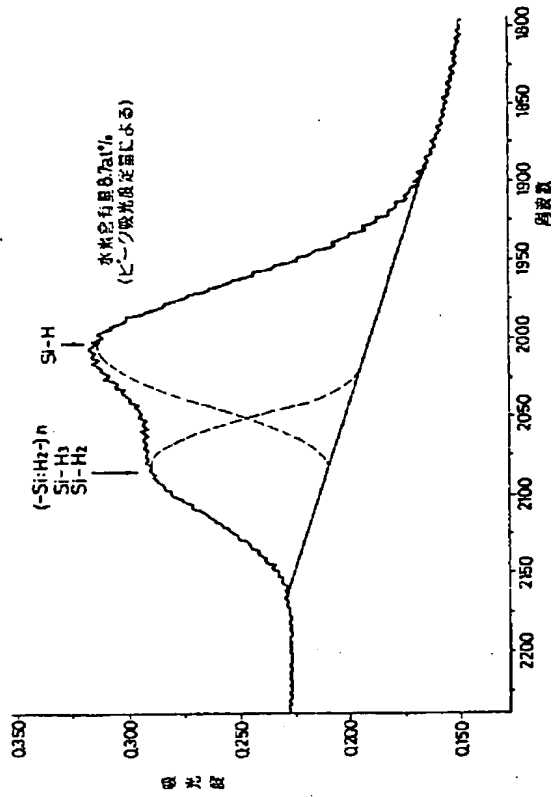
本発明の第2の実施例の薄膜形成装置の構造要部説明図

第3図



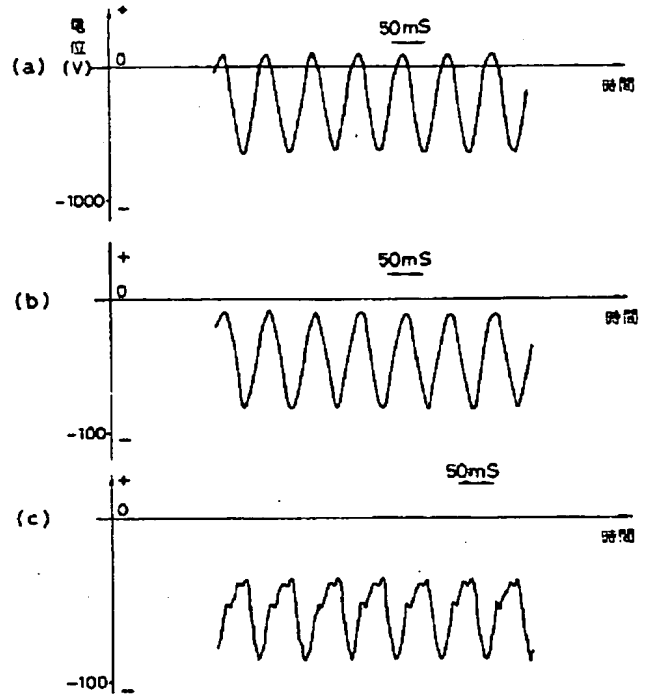
本発明の第3の実施例の薄膜形成装置の構造要部説明図

第4図



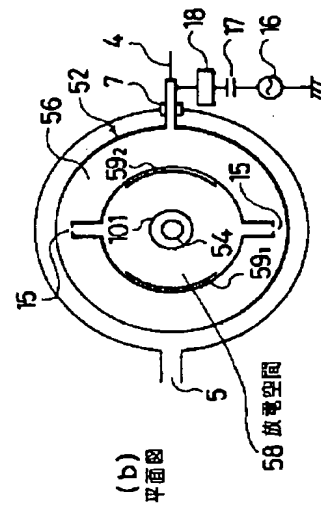
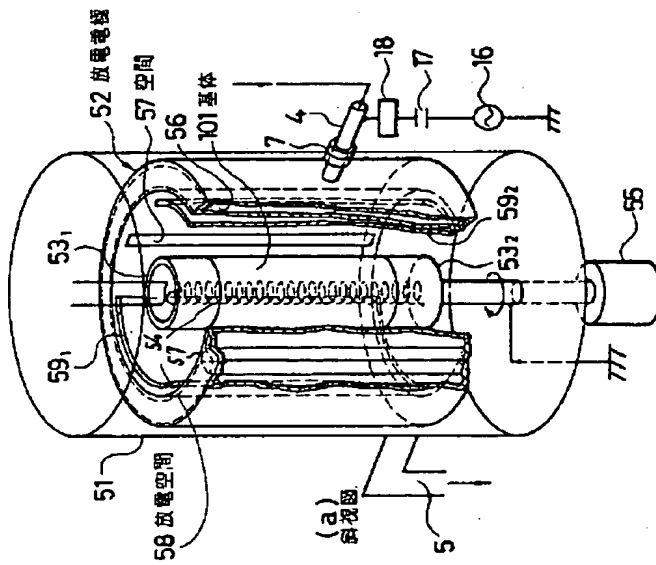
本発明の第3の実施例の産物組成の特性図

第5図



本発明の第4の実施例の電圧変動図

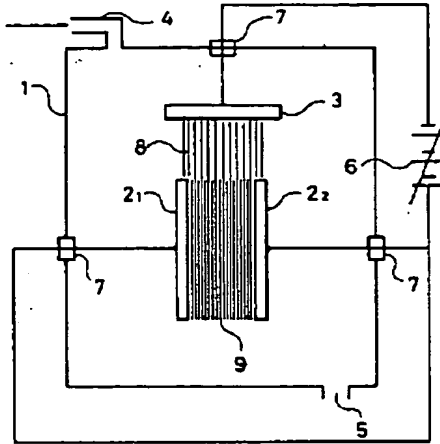
第7図



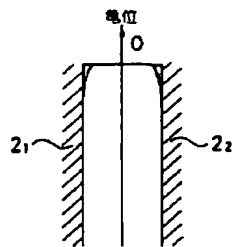
本発明の第4の実施例の  
電圧変動図の構造概要説明図

第6図

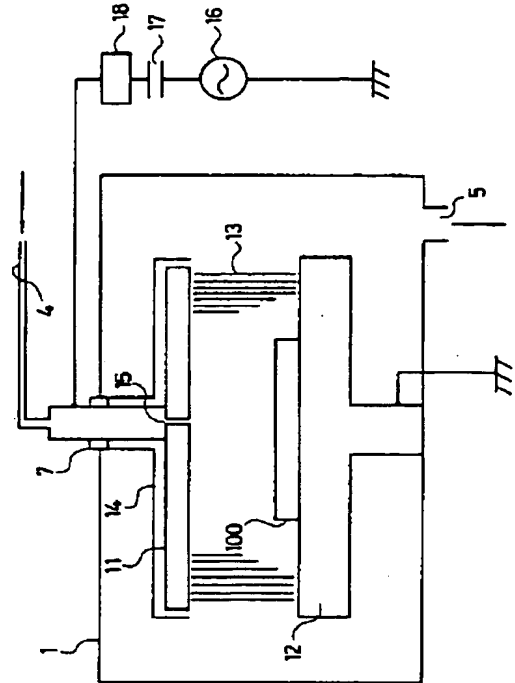
基本構成図  
(a)



ホロー放電  
管の電位分布図  
(b)



従来の直列ホローカソード放電方式  
プラズマCVD装置の構造、作用説明図  
第8図



従来のRFプラズマCVD装置の構造、作用説明図  
第9図